



①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 61 715 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
B 60 G 17/00
B 60 G 17/04
B 60 G 17/08
B 60 G 15/12

②① Aktenzeichen: 199 61 715.5
②② Anmeldetag: 21. 12. 1999
④③ Offenlegungstag: 5. 7. 2001

DE 199 61 715 A 1

⑦① Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Acker, Bernd, Dipl.-Ing., 73733 Esslingen, DE;
Gönnheimer, Peter, Dipl.-Ing., 71384 Weinstadt, DE;
Klander, Hans-Peter, Dipl.-Ing., 70329 Stuttgart, DE;
Meljnikov, Darko, Dipl.-Ing., 70771
Leinfelden-Echterdingen, DE; Römer, Matthias,
Dipl.-Ing., 71155 Altdorf, DE; Röß, Karl-Heinz,
Dipl.-Ing., 73061 Ebersbach, DE; Rutz, Rüdiger,
Dr.-Ing., 73257 Köngen, DE; Winkler, Martin,
Dipl.-Ing., 71409 Schwaikheim, DE

⑤⑤ Entgegenhaltungen:
DE 39 20 346 C2
DE 297 02 928 U1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Feder-Dämpfersystem mit Bypassleitung**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein kombiniertes Feder-Dämpfersystem aus mindestens zwei hydraulisch kommunizierenden Behältern mit mindestens einem dazwischen angeordneten, den Durchfluß einer Systemflüssigkeit ermöglichenden und steuernden Einheit. Das System ist mit einer magnetorheologischen Flüssigkeit befüllt. Zumindest Teile der Wandungen der flüssigkeitsführenden Bauteile sind mit magnetfelderzeugenden Einrichtungen ausgestattet. Von den zwischen den Behältern angeordneten, den Durchfluß der Systemflüssigkeit ermöglichenden und steuernden Elementen hat mindestens eines keine magnetfelderzeugende Einrichtung.

Mit der vorliegenden Erfindung wird ein kombiniertes Feder-Dämpfersystem entwickelt, bei dem die dämpfende und die federnde Kraft unabhängig von einem Temperatureinfluß ohne mechanische Mittel konstant gehalten oder gezielt variiert werden kann.

DE 199 61 715 A 1

Die Erfindung betrifft ein kombiniertes Feder-Dämpfersystem aus mindestens zwei hydraulisch kommunizierenden Behältern mit mindestens einem dazwischen angeordneten, den Durchfluß einer Systemflüssigkeit ermöglichenden und steuernden Element, wobei mindestens ein Behälter auf der einen Seite – des den Durchfluß ermöglichenden und steuernden Elements – ein zwischen dem Fahrwerk und dem Fahrzeugaufbau angeordneter Verdränger mit variablem Hub ist und mindestens ein Behälter (30) auf der anderen Seite – des den Durchfluß ermöglichenden und steuernden Elements – ein Hydrospeicher ist.

Aus der DE 297 02 927 C1 ist ein Feder-Dämpfersystem bekannt, das aus einem Verdränger, einem Hydrospeicher und einer diese Teile verbindenden Hydraulikleitung besteht. In der Hydraulikleitung ist ein mechanisches Drosselventil in einem Verdränger angeordnet, wie bei einem hydropneumatischen Federungssystem bekannt, die Fahrzeugradaufhängung mit dem Fahrzeugaufbau. Das System ist mit einer hydraulischen Flüssigkeit befüllt. Letztere wird beim Einfedern eines Fahrzeugrades durch das Drosselventil in einen Hydrospeicher verdrängt. Der Strömungswiderstand des Drosselventils erzeugt eine dämpfende Kraft, während die Kompression des Gasvolumens im Hydrospeicher eine federnde Kraft bewirkt. Bei dem hier vorgestellten Verdrängerprinzip taucht ein Verdrängerkolben in einen Verdrängerzylinder ein. Beide Teile bewegen sich in einer Führungs- und Dichtfuge reibungsbehaftet gegeneinander. Die Reibung beeinträchtigt die Ansprechzeit des Feder-Dämpfersystems, so daß sich bei einem Einsatz in einem Fahrzeug kein optimales Abrollverhalten der mit diesem System abgestützten Räder ergibt. Das System hat zudem den Nachteil, daß bei den verwendeten Flüssigkeiten innerhalb eines Temperaturbereiches von -40 bis +100°C große Viskositätsschwankungen auftreten, wodurch die Verwendbarkeit eingeschränkt ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt das Problem zugrunde, ein kombiniertes Feder-Dämpfersystem zu entwickeln, bei dem die dämpfende und die federnde Kraft unabhängig von einem Temperatureinfluß ohne mechanische Mittel konstant gehalten oder gezielt variiert werden kann.

Das Problem wird mit den Merkmalen des Hauptanspruchs gelöst. Dazu wird das System mit einer magnetorheologischen Flüssigkeit befüllt und zumindest Teile der Wandungen der flüssigkeitsführenden Bauteile werden mit magnetfelderzeugenden Einrichtungen ausgestattet. Zwischen dem Verdränger und dem Hydrospeicher sind mindestens zwei den Durchfluß der Systemflüssigkeit ermöglichende und/oder steuernde Elemente angeordnet. Mindestens eines der den Durchfluß ermöglichenden Elemente hat keine magnetfelderzeugende Einrichtung.

Bei einem Be- oder Entlasten des Verdrängers strömt zwischen dem Verdränger und dem Hydrospeicher über zwei Querschnittsverengungen in Form hydraulischer Leitungen und/oder Durchbrüche die Hydraulikflüssigkeit. Die Gestaltung der Leitungen bzw. Durchbrüche und die Beschaffenheit der dort angeordneten mindestens ein Magnetfeld erzeugenden Spule beeinflusst sowohl über die Größe und Form der Öffnungsquerschnitte als auch über die magnetische Felddichte die Systemdämpfung. Hierbei kann der Öffnungsquerschnitt mindestens einer Leitung auch als Düse oder Blende gestaltet sein.

Das Gaspolster des Hydrospeichers bildet maßgeblich die Systemfederung.

Die magnetorheologische Systemflüssigkeit ermöglicht in Kombination mit den entsprechenden Magnetspulen über deren Bestromung eine schnelle Änderung der Dämpfungs-

und Federrate des Feder-Dämpfersystems. Durch ein Beeinflussen der dynamischen Zähigkeit der Systemflüssigkeit kann das Feder-Dämpfersystem unabhängig von der Umgebungstemperatur und ohne mechanische Ventiltglieder innerhalb von Millisekunden auf nahezu jeden beliebigen Belastungsfall zugeschnitten werden. Die nicht über eine magnetische Einrichtung drosselbare Leitung oder Durchbruchsstelle gewährleistet über den gesamten Bereich der dynamischen Zähigkeit der Systemflüssigkeit eine minimale Feder- und Dämpferwirkung.

Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung zweier schematisch dargestellter Ausführungsformen:

Fig. 1 System mit Verdränger, zwei Hydraulikleitung und Hydrospeicher mit einer großteils magnetisierbaren Systemflüssigkeit;

Fig. 2 System mit Verdränger, zwei Hydraulikleitung und Hydrospeicher mit einer partiell magnetisierbaren Systemflüssigkeit.

Die Fig. 1 und 2 zeigen ein kombiniertes Feder-Dämpfersystem mit Verdränger (10), einem Hydrospeicher (30) und zwei zwischen diesen angeordneten flüssigkeitsführenden Leitungen (40) und (50).

Der Verdränger (10) ist hier ein Zweifaltenbalg. Sein Federbalg (11) wird durch einen Wulstring (12) tailliert und zwischen Abstützplatten (13) und (14) gehalten.

In der oberen Abstützplatte (13) befinden sich u. a. zwei Bohrungen, an denen eine Arbeitsleitung (40) und eine Bypassleitung (50) angeschlossen sind.

In Fig. 1 ist der Federbalg (11) an seiner Außenkontur mit einer stromführenden Beschichtung (25) ausgestattet. Die Beschichtung beinhaltet z. B. Litzen, die sich zur Erzeugung eines Magnetfelds beispielsweise schraubenförmig um die Außenkontur des Federbalges (11) herumwinden.

Der Verdränger (10) kommuniziert direkt mit dem Hydrospeicher (30) über die Leitungen (40) und (50). Letztere sind hier flexible Schläuche oder Rohrleitungen. Die Leitung (40) ist im Gegensatz zur Leitung (50) mit einer magnetfelderzeugenden Beschichtung (45) versehen. Nach Fig. 1 hat die Bypassleitung (50) weder eine derartige Beschichtung noch weist diese eine sonstige Drosselstelle auf. Zwischen dem Verdränger (10) und dem Hydrospeicher (30) mündet in die Bypassleitung (50) eine mittels eines Sperrventils (18) verschließbare Zuleitung (17).

Über die Zuleitung (17) wird in der Regel das Feder-Dämpfersystem mit der Systemflüssigkeit befüllt. Die Zuleitung (17) kann auch zur Erzeugung eines aktiven Feder-Dämpfersystems bzw. einer Niveauregulierung an eine Pumpe angeschlossen werden. Über die Zuleitung (17) und die Bypassleitung (50) kann so dem Verdränger Flüssigkeit zugeführt oder entnommen werden. Durch die Zu- und Abfuhr bestimmter Flüssigkeitsmengen können in gewünschter Weise Zusatzkräfte realisiert werden. Die Aufnahme dieser Zusatzmengen ändert über die primär drosselnde Leitung (40) und den Hydrospeicher (30) die Dämpfer- und Federkräfte.

In manchen Konstruktionen können sich die Länge der Leitungen auf einen Durchbruch verkürzen, z. B. wenn flüssigkeitsführende Bestandteile des Verdrängers in den Hydrospeicher hineinragen oder von diesem umgeben werden. In diesem Fall können im Durchbruchbereich Magnetspulen angeordnet werden. Einer dieser Durchbrüche hat jedoch keine magnetfelderzeugende Einrichtung.

Der Hydrospeicher (30) ist beispielsweise als Blasen- oder Membranspeicher ausgebildet. Ein durch die Blase oder Membrane (31) abgeteiltes Gaspolster (32) bildet die Federung des Feder-Dämpfersystems. Der Hydrospeichers (30) ist zumindest in den Wandungsteilen mit einer Be-

schichtung (35) ausgerüstet, deren Innenseite mit der Systemflüssigkeit (1) benetzt wird. Ggf. kann auch die Membrane (31) eine derartige Beschichtung haben.

Anstelle der Beschichtungen (25, 35, 45) können die stromführenden Leiter auch in den Wandungen der Bauteile (10, 30, 40) integriert sein oder auch an deren Innenwandung liegen.

Die Systemflüssigkeit (1) ist ein Fluid, dessen scheinbare Viskosität sich unter der Einwirkung eines magnetischen Feldes beeinflussen läßt. Sie besteht in der Regel aus einer Trägerflüssigkeit und Festkörperpartikeln. Als Trägerflüssigkeit wird beispielsweise ein Stoßdämpfergrundöl verwendet. Der magnetisierbare Festkörperanteil besteht z. B. aus Carboneisenpulver.

Ohne eine äußere Feldeinwirkung ist die Systemflüssigkeit dünnflüssig. Bei einer Festkörperkonzentration von 60 bis 80 Gewichtsprozenten hat sie eine Dichte von ca. 3 bis 4 g/ccm. Durch Anlegen eines äußeren Magnetfeldes, dessen magnetische Flußdichte beispielsweise unter 150 mT liegt, werden die Festkörperpartikel durch magnetische Kräfte zusammengehalten. Über die Ausbildung von mehr oder weniger stark verzweigten Ketten dieser Festkörperpartikel wird die Viskosität der Systemflüssigkeit variiert. Eine Scherung des Fluids bewirkt zunächst eine Dehnung der Ketten. Bei höheren Schubspannungen reißen sie ab. Eine ständige Rekombination der Kettenbruchstücke gewährleistet, daß die erhöhte Viskosität unter Feldeinfluß auch bei höheren Schergeschwindigkeiten erhalten bleibt.

Derartige Systemflüssigkeiten haben einen dynamischen Viskositätsbereich von beispielsweise 150 und 7500 mPa · sec.

Zur Erzeugung des notwendigen Magnetfeldes im Feder-Dämpfersystem genügt z. B. eine Leistung von 100 W. Die Änderung der dynamischen Viskosität folgt der Bestromung im Millisekundenbereich.

Bei dem Feder-Dämpfersystem nach Fig. 1 ummantelt die Beschichtung bis auf die Leitung (50) alle flüssigkeitsführenden Bauteile, so daß die Zähigkeit der nahezu gesamten Systemflüssigkeit (1) beeinflusst werden kann. Hierdurch wird mit einer Änderung der dynamischen Viskosität neben der Dämpferwirkung auch die Federwirkung verändert. Beispielsweise verhindert im Extremfall eine im Federbalg (11) stockende Systemflüssigkeit (1) das Federn nahezu vollständig. Nur noch über die Leitung (50) erfolgt ein Flüssigkeitsaustausch, so daß eine vollständige Blockierung der Federung ausbleibt.

Alternativ zu der bisher beschriebenen Ausführungsform ist ein Feder-Dämpfersystem denkbar, bei dem nur die hydraulische Leitung (40) oder ein kurzer beispielsweise ringförmiger Abschnitt von einer Magnetspule (46) umschlossen wird, vgl. Fig. 2. Die eine Spule beinhaltende Beschichtung (45) der Leitung (40) oder die separate Magnetspule (46) bilden hier eine variable Drosselstelle. Mit einer zunehmenden Bestromung der entsprechenden Spule nimmt die Fließgeschwindigkeit in der Leitung (40) ab, wodurch sich das Dämpfungsverhalten des Gesamtsystems gezielt verändern läßt.

Zusätzlich kann in der Bypassleitung (50) ein Drossel- oder Blendenventil (51) angeordnet sein. Wird das System als aktives Feder-Dämpfersystem benutzt, so kann das Drossel- oder Blendenventil zwischen dem Anschluß der Zuleitung (17) und dem Hydrospeicher (30) angeordnet werden.

Bezugszeichenliste

- 1 magnetorheologische Flüssigkeit
10 Verdränger, Behälter, Zweifaltenbalg
11 Federbalg

- 12 Wulstring
13, 14 Abstützplatten, oben, unten
17 Zuleitung
18 Sperrventil, Verschluß
25 Beschichtung
30 Hydrospeicher, Behälter
31 Membrane
32 Gaspolster
35 Beschichtung
40 Leitung, hydraulisch
45 Beschichtung
46 Magnetspule
50 Bypassleitung
51 Drosselventil

Patentansprüche

1. Kombiniertes Feder-Dämpfersystem aus mindestens zwei hydraulisch kommunizierenden Behältern (10, 30) mit mindestens einem dazwischen angeordneten, den Durchfluß einer Systemflüssigkeit ermöglichenden und steuernden Element, wobei mindestens ein Behälter (10) auf der einen Seite – des den Durchfluß ermöglichenden und steuernden Elements – ein zwischen dem Fahrwerk und dem Fahrzeugaufbau angeordneter Verdränger mit variablem Hub ist und mindestens ein Behälter (30) auf der anderen Seite – des den Durchfluß ermöglichenden und steuernden Elements – ein Hydrospeicher ist, **dadurch gekennzeichnet**,

- daß das System mit einer magnetorheologischen Flüssigkeit (1) befüllt ist,
- daß zumindest eine Wandung oder ein Wandungsteilbereich von mindestens einem flüssigkeitsführenden Bauteil (10, 30, 40) mit magnetfelderzeugenden Einrichtungen (25, 35, 45) ausgestattet ist und
- daß zwischen dem Verdränger (10) und dem Hydrospeicher (30) mindestens zwei den Durchfluß der Systemflüssigkeit (1) ermöglichende (40, 50) und/oder steuernde Elemente (45, 46; 51) angeordnet sind und mindestens eines der den Durchfluß ermöglichenden Elemente (50) keine magnetfelderzeugende Einrichtung hat.

2. Kombiniertes Feder-Dämpfersystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die den Durchfluß der Systemflüssigkeit (1) ermöglichenden Elemente hydraulische Verbindungsleitungen (40, 50) darstellen oder als Durchbrüche von aneinander liegenden Wandungen des verdrängers (10) und des Hydrospeichers (30) gestaltet sind.

3. Kombiniertes Feder-Dämpfersystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die magnetfelderzeugenden Einrichtungen (25, 35, 45) einer einzelnen Wandung in Teilbereiche aufgeteilt sind, wobei die einzelnen Teilbereiche separat bestromt werden.

4. Kombiniertes Feder-Dämpfersystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem System mit einer hydraulischen Leitung (40), diese und die Behälter (10, 30) mit magnetfelderzeugenden Einrichtungen (25, 35, 45) ausgestattet sind.

5. Kombiniertes Feder-Dämpfersystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem System mit einer hydraulischen Leitung (40), diese mit mindestens einer magnetfelderzeugenden Einrichtung (45) oder (46) ausgestattet ist.

6. Kombiniertes Feder-Dämpfersystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das den Durch-

fluß der Systemflüssigkeit (1) ohne eine magnetfelderzeugende Einrichtung ermöglichende Element (50) als steuerndes Element ein Drosselventil (51) aufweist.

7. Kombiniertes Feder-Dämpfersystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Verdränger (10) ein Roll- oder Faltenbalg ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

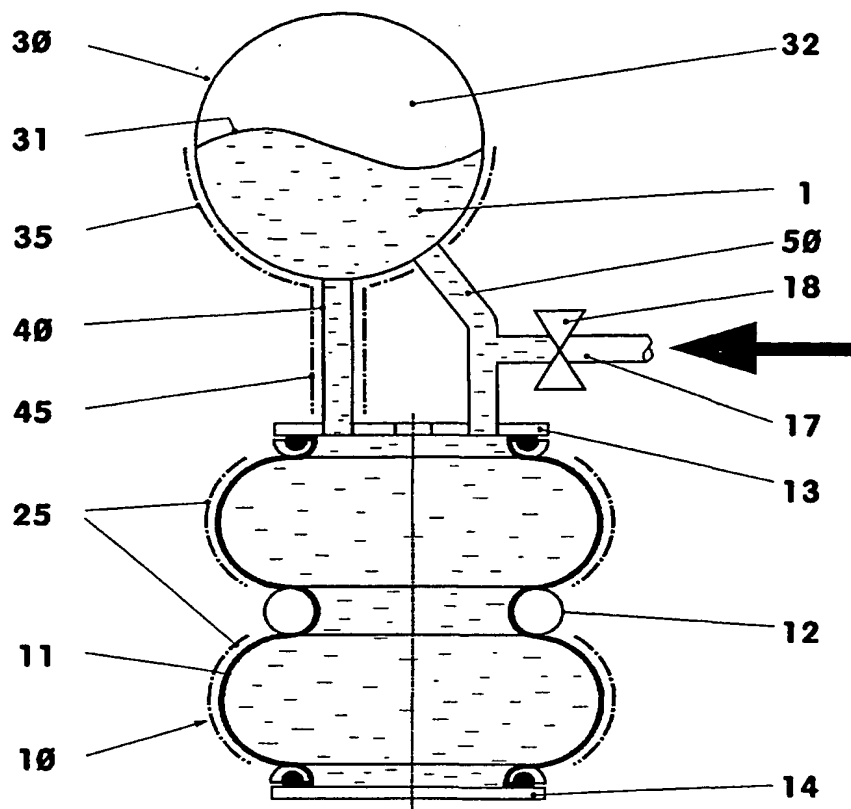


Fig. 1

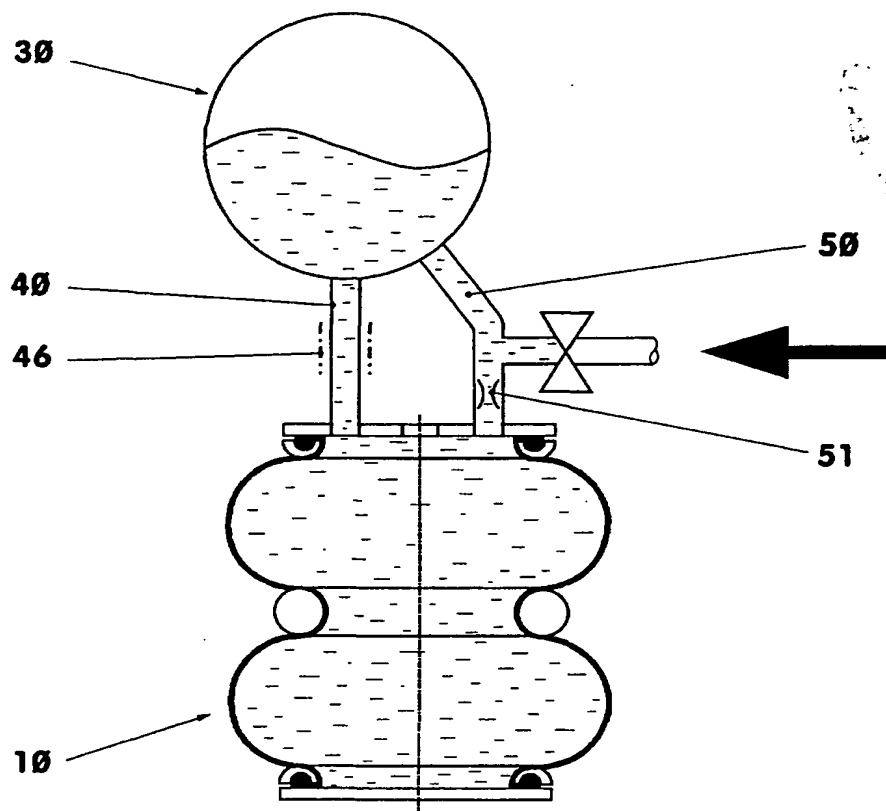


Fig. 2